

SZDB/Z

深圳市地方标准

---

# 深圳市隧道设计指引

## (征求意见稿)

深圳市交通运输委员会

2019年1月

## 前 言

为贯彻《深圳市推进国际化城市建设行动纲要》，适应深圳市国际化城市建设和发展的需要，规范全市城市道路隧道工程设计，统一建设标准和主要技术指标，提高精细化设计水平，制定本设计指引。

指引在立足国家和行业既有标准和规范的基础上，经广泛调查研究，总结深圳市隧道工程的经验教训，并吸收上海、香港等其它地区的设计经验，反复论证后形成。指引针对隧道工程多专业综合性强的特点，形成了包含隧道工程各专业设计标准和要求的系统性指引，并重视隧道通风、消防、防灾逃生、景观等附属系统的设计，体现安全、耐久、景观、节能、低碳环保等设计理念。

本指引共分十五章，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.横断面；5.平面与纵断面；6.交通安全设施；7.施工方法；8.结构与防水；9.通风与排烟；10.给排水与消防；11.供配电与照明；12.综合监控；13.防灾与逃生；14.景观与装饰；15.生态保护与资源利用。

本指引由深圳市住房和建设局归口管理，深圳市交通运输委员会负责日常管理，深圳市市政设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

主编单位：深圳市市政设计研究院有限公司

参编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

# 目 录

1	总 则 .....	6
2	术 语 .....	7
3	基本规定 .....	12
4	横断面 .....	14
	4.1 一般规定 .....	14
	4.2 横断面布置 .....	14
	4.3 横断面组成 .....	14
	4.4 建筑限界 .....	15
5	平面与纵断面 .....	16
	5.1 一般规定 .....	16
	5.2 平面设计 .....	16
	5.3 纵断面设计 .....	16
6	交通安全设施 .....	18
	6.1 交通标志标线 .....	18
	6.2 交通防护设施 .....	18
	6.3 智慧交通管理 .....	19
7	施工方法 .....	20
	7.1 一般规定 .....	20
	7.2 明挖法 .....	20
	7.3 盾构法 .....	21
	7.4 矿山法 .....	21
8	结构与防水 .....	23
	8.1 一般规定 .....	23
	8.2 结构与耐久性 .....	23
	8.3 结构防水 .....	25
9	通风与排烟 .....	26
	9.1 一般规定 .....	26
	9.2 设计标准 .....	26

9.3 隧道通风系统设计 .....	27
9.4 隧道防排烟系统设计 .....	28
9.5 通风设备选型及安装 .....	28
9.6 附属设备用房及管理中心空调、通风及防排烟设计 .....	29
10. 给排水与消防 .....	30
10.1 一般规定 .....	30
10.2 设计标准 .....	31
10.3 给排水设计 .....	31
10.4 消防设计 .....	32
10.5 地面附属用房 .....	34
11. 供配电与照明 .....	35
11.1 一般规定 .....	35
11.2 供电设计 .....	35
11.3 照明设计 .....	37
11.4 节能 .....	39
12. 综合监控 .....	41
12.1 一般要求 .....	41
12.2 中央监控管理系统 .....	41
12.3 设备监控系统 .....	42
12.4 交通监控系统 .....	44
12.5 视频监控系统 .....	45
12.6 火灾自动报警及消防联动系统 .....	46
12.7 有线电话和有线广播系统 .....	49
12.8 无线通信系统 .....	50
12.9 供电、防雷与接地 .....	50
13. 防灾与逃生 .....	52
13.1 一般规定 .....	52
13.2 隧道防火 .....	52
13.3 疏散通道 .....	53
13.4 隧道消防 .....	54
13.5 防排烟与事故通风 .....	55
14. 景观与装饰 .....	56

14.1 自然光过渡设计 .....	56
14.2 洞口景观设计 .....	57
14.3 内装饰设计 .....	57
14.4 消噪设计 .....	58
14.5 风亭风塔设计 .....	58
15. 生态保护与资源利用 .....	59
15.1 生态保护 .....	59
15.2 资源利用 .....	60
引用标准名录 .....	61
参考文献: .....	62

# 1 总 则

1.0.1 为适应深圳市城市建设和发展的需要，规范城市道路隧道（以下简称“隧道”）工程设计，统一全市城市隧道工程设计主要技术指标，提高精细化设计水平，制定本指引。

1.0.2 本指引适用于深圳市域范围内新建、改（扩）建的城市隧道工程设计，不适用于人行和非机动车的专用地下道路。深圳市域范围内的公路隧道可参照使用。

1.0.3 城市隧道设计应遵循和体现以人为本、安全经济、环保低碳、景观优美等可持续发展的原则。

1.0.4 本指引的内容重在阐明设计思路和创新理念，具体设计过程中应与国家、行业及深圳市现行有关标准规范的规定配合使用。

1.0.5 城市隧道设计应引入建筑信息模型（BIM）技术，提高交通工程项目全生命期各参与方的工作质量和效率。

## 2 术 语

### 2.0.1 城市道路隧道 urban road tunnel

城市地表以下供机动车或兼有非机动车、行人通行的地下隧道。

### 2.0.2 建筑限界 building clearance

限定车辆通行的空间，即为隧道内任何设施设置均不得侵人的轮廓线。

### 2.0.3 隧道净空断面 tunnel cross-section

路面之上隧道衬砌内轮廓线所包含的空间的横断面。

### 2.0.4 紧急停车带 emergency parking strip

隧道内供故障车辆检修或等待救援的停车区域。

### 2.0.5 车行横通道 adit for vehicle passing

紧急情况下供救援车辆或人员出入的通道。

### 2.0.6 人行横通道 adit for people passing

紧急情况下供人员逃生或救援人员出入的通道。

### 2.0.7 明挖法 cut and cover method

由地面挖开的基坑中修筑地下结构的方法，包括明挖、盖挖顺作和盖挖逆作等工法。

### 2.0.8 矿山法 mining method

修筑隧道的暗挖施工方法。传统的矿山法指用钻眼爆破的施工方法，即钻爆法，现代矿山法包括软土地层浅埋暗挖法及相关的其他暗挖方法。

### 2.0.9 盾构法 shield method

用盾构机修筑隧道的暗挖施工方法，为在盾构钢壳体的保护下进行开挖、推进、衬砌和注浆等作业的方法。

### 2.0.10 基坑周边环境 surroundings around excavation

基坑开挖影响范围内包括既有建（构）筑物、道路、地下设施（含地铁等）、地下管线、岩土体及地下水体等的统称。

**2.0.11 基坑支护 retaining and protection of excavations**

为保证地下结构施工及基坑周边环境的安全，对基坑侧壁及周边环境采用支挡、加固与保护的措施。

**2.0.12 排桩 soldier piles**

以某种桩型按队列式布置组成的基坑支护结构。

**2.0.13 地下连续墙 diaphragm wall**

采用机械开挖成槽，浇筑钢筋混凝土形成的地下墙体，可用于挡土与截水，有时也可兼作地下室外墙的一部分。

**2.0.14 明洞 open-cut tunnel**

在隧道口部或路堑地段，用明挖法修建隧道结构，然后进行覆盖的隧道。

**2.0.15 设计使用年限 design working life**

设计规定的结构或结构构件不需进行大修即可按其预定目的使用的时期。

**2.0.16 管片 segment**

隧道预制衬砌环的基本单元，管片的类型有钢筋混凝土管片、纤维混凝土管片、钢管片、铸铁管片、复合管片等。

**2.0.17 整体式衬砌 monolithic lining**

隧道开挖后直接用模筑混凝土或砌体修建衬砌的隧道支护形式。

**2.0.19 复合式衬砌 composite lining**

由喷锚初期支护和模筑混凝土二次支护构成的隧道支护形式。

**2.0.20 承载能力 bearing capacity**

隧道支护结构抵抗洞室周边荷载的能力。

**2.0.21 超前支护 pre-supporting**

在开挖面前方进行预支护后，再进行开挖而采用的支护类型。

**2.0.22 超前帷幕注浆 advanced curtain grouting**

对隧道前方一定范围的土体进行全面加固，在开挖区域周边形成隔水帷幕，以防止地下水的渗流给隧道施工带来较大风险的一种辅助施工措施。

**2.0.23 施工辅助通道 construction subsidiary channel**



为满足隧道施工需要而设置的通道，如施工斜井、施工竖井、施工横通道及平行导坑等。

#### 2.0.24 动态设计 dynamic design

在隧道施工过程中，根据地质条件变化情况及时调整开挖方法或支护参数的一种处置方法。

#### 2.0.25 超前地质预报 advanced geological forecast

在分析既有地质资料的基础上，采用物探、钻探等手段，对开挖面前方的地质条件进行探测、分析与评价的活动。

#### 2.0.26 监控量测 monitoring measurement

为保障隧道施工安全与优化支护参数，在隧道内或地表，对地层及支护结构的变形与应力进行量测、分析与评价的活动。

#### 2.0.27 结构耐久性 structure durability

在预定的环境作用和预期的维修与使用条件下，结构及其构件在规定期限内维持其所需最基本适用性和安全性的能力。

#### 2.0.28 氯离子扩散系数 $Cl^-$ diffusion coefficient

表示氯离子借助混凝土中的毛细孔孔壁吸附水从高浓度区向低浓度区扩散性的参数。

#### 2.0.29 变形缝 deformation joint

沉降缝、伸缩缝与防灾缝的统称。

#### 2.0.30 耐火极限 fire resistance rating

在隧道耐火试验条件下，建筑构件、配件或结构从受到火的作用时起，到失去稳定性、完整性或隔热性的这段时间。

#### 2.0.31 隧道防水 tunnel waterproof

为保障隧道运营安全、设备正常使用、结构耐久性及美观而采取的防止地下水向洞内渗流的措施，一般可分为衬砌防水系统与路面防水系统。

#### 2.0.32 隧道排水 tunnel drainage

将隧道内或衬砌背后积水排出洞外的措施，一般可分为衬砌排水系统、路面排水系统及路基排水系统。

#### 2.0.33 氧化碳设计浓度 carbon monoxide concentration

隧道单位体积被污染空气中含有二氧化碳（CO）的体积，用体积浓度计量。

#### 2.0.34 烟尘设计浓度 exhaust/smoke concentration

烟尘对空气的污染程度，通过测定污染空气中 100m 距离的烟尘光线透过率来确定，表示洞内能见度的指标，也称消光系数。

#### 2.0.35 需风量 requested air volume

按保证隧道安全运营要求的环境指标，根据隧道条件计算确定需要的新鲜空气量。

#### 2.0.36 设计风量 designed air volume

以计算得到的隧道需风量为基础，满足运营要求，进行风机配置后达到的通风量。

#### 2.0.37 设计风速 designed wind speed

根据设计风量计算得到的空气在隧道内沿隧道轴向流动的速度。

#### 2.0.38 临界风速 critical velocity

当采用纵向排烟时，控制烟雾沿隧道坡度逆向流动的最小风速称为临界风速。

#### 2.0.39 风压 air pressure

分为静压、动压、全压。作用于各个方向上压强相等的空气压力称为静压；空气以某一速度流动时所产生的压力称为动压；任一测点处静压和动压之和称为全压。

#### 2.0.40 纵向通风 longitudinal ventilation

通风气流在行车空间沿隧道轴线方向（纵向）的流动。

#### 2.0.41 半横向通风 semi-transverse ventilation

通风气流在行车空间沿垂直于隧道轴线方向（横向）进入（或排出）、沿隧道轴线方向（纵向）排出（或进入）的流动。

#### 2.0.42 重点排烟 concentrated smoke extraction

在隧道纵向设置专用排烟风道，并设置一定数量的排烟口。火灾时，远程控制火源附近的排烟口开启，将烟气快速有效地排出行车空间。

#### 2.0.43 应急照明 emergency lighting

在隧道外部电源全部中断时，为满足疏散或救援需要，采用其它电源系统实施的最低亮度照明。

#### 2.0.44 加强照明 intensive lighting

为了降低车辆进出隧道时所产生的“黑洞效应”、“白洞效应”所设置的附加照明。

### 3 基本规定

3.0.1 城市隧道工程的道路等级、设计速度应与所属道路等级一致，应符合《深圳市城市道路设计指引》和相关规范规定。

3.0.2 城市隧道工程可按封闭段长度分为4类，并应符合表3.0.2的规定。

表3.0.2 城市隧道长度分类

分类	特长距离 城市隧道	长距离 城市隧道	中等距离 城市隧道	短距离 城市隧道
长度 L (m)	$L > 3000$	$3000 \geq L > 1000$	$1000 \geq L > 500$	$L \leq 500$

注：L为主线封闭段长度（m）

3.0.3 城市隧道工程可根据主线封闭段长度和交通情况，按防火设计要求分为4类，并应符合表3.0.3的规定。

表3.0.3 城市隧道长度分类

用途	一类	二类	三类	四类
仅限通行非危险化学品 等机动车	$L > 3000$	$3000 \geq L > 1500$	$1500 \geq L > 500$	$L \leq 500$

注：L为主线封闭段长度（m）

3.0.4 城市隧道工程主体结构设计使用年限应为100年。

3.0.5 城市隧道工程建筑限界内不得有任何物体侵入。

3.0.6 城市隧道工程线位的确定，应根据规划线路走向，充分调查工程条件、社会人文和环保条件基础上，综合比选隧道轴线位置、平纵线形、洞口位置、与两端路网连接、交通功能等，确定推荐方案。

- 3.0.7 城市隧道工程土建设计应加强与通风、照明、供配电、消防、交通监控等附属设施系统设计之间的协调，形成合理的综合设计。
- 3.0.8 城市隧道工程设计应根据工程地质与周边环境，从技术、经济、工期、环境影响等方面综合比较，选择合适的结构形式和施工方法。
- 3.0.9 城市隧道工程设计应符合国家环保政策、法规，注重环境保护和资源节约，应在满足安全、经济、可靠的原则下，体现节能环保，宜选用高效、低能耗的设备系统，对通风、照明等能耗较大的设备应采取全面的节能设计。
- 3.0.10 城市隧道工程应进行专项景观设计，隧道洞口、洞内装饰以及风亭风塔等景观艺术设计应与周围城市环境相协调。
- 3.0.11 城市隧道工程穿越（包括上跨、下穿和近接）铁路、城市轨道交通、重要管线等地下障碍物或者江河湖海时，结构净距应满足相应的安全保护距离和规定，如不满足要求，应进行专项安全论证，并取得相应权属部门的同意，如有必要，应在施工期和运营期进行必需的监测。
- 3.0.12 城市隧道工程中应在有条件的情况下，鼓励采用装配式的结构构件。
- 3.0.13 工程总平面布置、附属用房安排、隧道安全运营管理的设置应满足隧道正常运营、管理维护和防灾救援的综合需要。
- 3.0.14 城市隧道工程设计应根据隧道工程条件与技术特点开展风险评估和管理工作的。
- 3.0.15 城市隧道工程设计应根据规划预留轨道交通、市政设施等必要的实施条件，并考虑城市规划和周边环境对隧道结构的影响。

## 4 横断面

### 4.1 一般规定

4.1.1 城市隧道工程横断面设计在满足建筑限界条件下，应为通风、给排水、消防、供电照明、监控、通讯、内饰装修等配套附属设施和安全疏散设施提供安装空间，通过合理布置充分利用空间，同时应预留结构变形、施工误差、路面调坡等余量。

4.1.2 城市隧道工程内如多点进出时横断面应设计集散车道与其他道路相连接，否则隧道横断面应与两端地面道路保持一致。

### 4.2 横断面布置

城市隧道工程按道路用地和交通运行特征可选用单层式横断面或双层式横断面，不应采用在同一通行孔布置双向交通，也不宜采用同一行驶方向多孔布置。

### 4.3 横断面组成

4.3.1 城市快速路隧道严禁在同孔内设置非机动车道或人行道；当城市地下主干路、次干路和支路同孔内需设置非机动车道或人行道时，必须在机动车道外侧设置隔离护栏。

4.3.2 城市地下空间有限，检修道设置应综合考虑道路功能需求和工程造价等因素，当不设置检修道时，隧道侧墙下部必须设置防撞设施。

4.3.3 长或特长单向 2 车道城市隧道、单向 2 车道的城市快速路隧道应在行车方向右侧设置连续式紧急停车带，当设置连续式紧急停车带困难时，应设置应急停车港湾。

#### 4.4 建筑限界

建筑限界组成最小值应符合表 4.4-1 规定，最小净高应符合表 4.4-2 规定。

表4. 4-1 建筑限界组成最小值

建筑限界组成	路缘带宽度		安全带宽度	检修道宽度	缘石外露高度	建筑限界顶角高度	
	设计速度 ≥ 60 km/h	设计速度 ≤ 60 km/h				机动车车行道最小净高 < 3.5 m	机动车车行道最小净高 ≥ 3.5 m
取值 (m)	0.50	0.25	0.25	0.75	0.25~0.40	0.20	0.50

注：1 当两侧设置人行道或检修道时，可不设安全带宽度。

2 非机动车道路面宽度或人行道宽度应符合现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的规定。

表4. 4-2 城市隧道最小净高

道路种类	行驶交通类型	净高 (m)	
机动车道	小客车	一般值	3.5
		最小值	3.2
	各种机动车	4.5	
非机动车道	非机动车	2.5	
人行或检修道	人	2.5	

## 5 平面与纵断面

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 城市隧道平纵线形应符合《城市道路工程设计规范》CJJ 37 及《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221 的相关规定。
- 5.1.2 城市隧道道路线形综合设计应在方案设计阶段结合交通量进行交通行驶安全评估，包括对主线视距、洞口线形及出入口等，尤其针对于多点进出的城市隧道。
- 5.1.3 城市隧道工程平面、纵断面设计，应尽量避免穿越工程地质、水文地质特别复杂和严重不良的地质段以及现状建筑物。

### 5.2 平面设计

- 5.2.1 隧道平面线形应根据施工工法、地形、路线走向和沿线障碍物等因素确定。
- 5.2.2 隧道平面设计应重点考虑地面和地下建构筑物的避让和安全距离。
- 5.2.3 新建城市隧道要充分考虑隧道进出洞口的线形条件要求，除了应满足《公路隧道设计规范》JTG/T D70 中对洞口 3S 范围线形的要求，还宜考虑隧道扩能提速，同时洞口位置线形一致段要充分考虑遮光棚增设和防洞口边坡坍塌影响，预留接长明洞的可实施性。

### 5.3 纵断面设计

- 5.3.1 隧道纵坡设计应根据通行车辆状况予以确定，隧道最小纵坡不宜小于 0.5%，不应小于 0.3%。在条件受限的情况下突破最小纵坡，应综合隧道排水等要求进行专项论证。



5.3.2 隧道出入口接地口处应设置反向坡，形成高于路面 10~20cm 的驼峰，确保地面积水不淹入隧道内。

## 6 交通安全设施

### 6.1 交通标志标线

6.1.1 城市隧道交通标志和标线设计应与道路主体工程相协调，根据道路功能，综合考虑隧道在设计、施工、运营管理以及近期与远期等各种因素，总体上符合安全、畅通、环保、可持续发展的总体目标要求。

6.1.2 城市隧道宜优先采用主动发光标志。主动发光标志宜体薄量轻，便于悬挂；亮度衰减慢，便于长期工作。

6.1.3 城市隧道的交通标志应设置在驾驶人员最易看到、并能准确判读的醒目位置，在小半径平曲线或竖曲线等路段设置标志，应注意侧墙等对标志的遮挡，保证交通标志的视认距离。

6.1.4 城市隧道的交通标志设置应综合考虑、布局合理，防止出现信息不足或过载现象，信息应连续，对于混合行驶的城市隧道，应注意大车对交通标志的遮挡，重要信息宜重复显示。

6.1.5 城市隧道可变情报板、限速标志等尺寸可根据道路内空间状况作适当调整，并应满足现行国家标准要求，不得侵入隧道建筑限界内。

6.1.6 隧道两侧道路边线处应设置发光道钉，检修道和防撞墩等道牙处不应采用黑黄相间的标线。

6.1.7 城市隧道出入口的洞口内及洞外 50 米~100 米范围内应设置实线车道分界线。

### 6.2 交通防护设施

6.2.1 城市隧道主线分流端部应设置防撞设施。

6.2.2 城市隧道出入口敞开段的护栏端部应采取安全性处理措施。

6.2.3 城市隧道布置人行道时，必须在机动车道外侧设置隔离护栏。

6.2.4 城市隧道不设置检修道时，隧道侧墙下部必须设置防撞设施。

### 6.3 智慧交通管理

6.3.1 城市隧道进出口端应结合所在片区交通状况及就近节点进行统一管理。

6.3.2 建立以交通流、环境绿色标准（尾气排放）的交通管理控制模型，研究隧道运行车速与车型限制的管理要求。

6.3.3 城市隧道工程应根据智慧城市的目标要求进行智能交通管控的设计。

## 7 施工方法

### 7.1 一般规定

7.1.1 城市隧道工程施工工法的设计应以工程勘察资料为依据，根据工程沿线的建设条件，考虑施工和建成后对环境的影响和环境改变对结构的作用，通过技术经济、功能效果、环境和社会效益的综合评价，合理选择施工工法。

7.1.2 隧道工程的结构设计应按现行的《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120、《深圳市基坑支护技术规范》SJG 05、《公路隧道设计规范》JTG H11 及相关规范标准进行设计。

### 7.2 明挖法

7.2.1 明挖法对城市环境干扰较大，其应用受到交通条件、场地环境等因素限制，应充分论

证明挖法对城市环境、周边建构筑物的影响。

7.2.2 为节约地下空间用地，一般情况下基坑支护型式不应采用锚杆或锚索结构。

7.2.3 为确保施工安全，不应采用人工挖孔的成桩工艺。

7.2.4 当临近存在重要建构筑物时，基坑应当采用安全稳定性更高的围护与支撑体系，对于临近建构筑物水平和沉降变形要求严格的基坑，宜采用刚度较大、止水效果良好的地下连续墙或咬合桩围护结构，支撑宜采用混凝土支撑。

7.2.5 对于基坑周边地下水降低影响较大、环境敏感的区域，例如临近地铁或者重要建构筑物的基坑，应采用止水效果良好的地下连续墙或者咬合排桩的支护型式，并设置水位观测井监测水位变化情况，当地下水位下降幅度过大，可根据水文地质条件采用坑外回灌措施。

7.2.6 对于上跨重要地下构筑物的基坑，要严格按照分层、分段的方式进行开挖，避免出现一次性较大的开挖卸荷作用，必要时应采取分块竖井开挖法。

7.2.7 对于临近重要建构筑物、振动控制要求较高的基坑，支护桩施工应采用工程扰动较小的旋挖成桩工艺，不应采用冲孔成桩工艺。

7.2.8 在基坑开挖和地下工程施工过程中，应对基坑支护结构、周边环境条件和岩土性状的变化进行现场监测，并建立监测信息反馈联动机制，建立完备的应急预案。

### 7.3 盾构法

7.3.1 在上软下硬地层或者硬质岩层中需专项论证盾构法的适用性和专项分析盾构机选型。

7.3.2 盾构法隧道施工时，必须采取有效的技术和监控量测措施，控制地表变形，保证地下管网和邻近建构筑物的安全。

7.3.3 盾构掘进过程中必须对成环管片与地层的间隙充填注浆。壁后注浆分为同步注浆、即时注浆和二次补强注浆等，应根据工程地质条件、地表沉降状态、环境要求及设备情况等选择注浆方式和注浆参数，且必须采取措施减少注浆施工对周围环境的影响。

7.3.4 盾构隧道穿越地铁结构、桥梁桩基、建筑基础或铁路等设施时，需提前对建构筑物的安全状况进行检测评估，根据需要采取必要的保护措施，制定详细的掘进方案和施工预案，保证临近建构筑物的安全与稳定。

### 7.4 矿山法

7.4.1 矿山法中当需采用钢架进行初期支护时，宜采用“8”字节格栅钢架，保证钢架与围岩之间能密实填充混凝土。

7.4.2 矿山法施工中应严格控制爆破振动对周边环境的影响，对于临

近地铁结构、房屋建筑等敏感建构筑物的隧道，应严格控制爆破振速，满足相关规定。

7.4.3 为减小爆破振动对周边环境的影响，可采用电子数码雷管或静态爆破等施工工艺。

7.4.4 矿山法施工的城市隧道车行横通道、人行横通道与配电房等设备用房宜采取合建方式，减小土建工程量。

7.4.5 矿山法施工隧道单头掘进长度超过 2500m 时，应考虑采取机械式送排风施工通风措施。

7.4.6 矿山法隧道通风竖井宜采用圆形断面，井身支护应采用复合衬砌。对于直径小于 7m 的竖井，支护参数可参照现行标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086、《公路隧道设计细则》JTG/T D70 相关规定；对于直径大于 7m 的竖井，应作专项设计。

7.4.7 竖井施工可采用正井法（全井单行作业法、长段单行作业法、短段单行作业法、长段平行作业法）、反井法（吊灌反井正向扩大法、爬罐反井正向扩大法、钻机反井正向扩大法）。

7.4.8 隧道设计应根据施工过程中的超前地质预报和现场揭示地质、监控量测信息开展动态设计。

7.4.9 隧道洞口不应大面积开挖边仰坡，有条件时尽量采用不刷仰坡进洞方案，边仰坡应根据地质、水文、气候以及高度等条件，采取工程加固和植被防护相结合的措施。

7.4.10 隧道进出洞口设计宜采用超前大管棚，当进出洞口围岩完整性好时，应综合详细的地质勘察资料分析是否取消大管棚。

## 8 结构与防水

### 8.1 一般规定

8.1.1 结构设计应以“结构为功能服务”为原则，满足城市规划、行车运营、环境保护、抗震、防水、防火、防护、防腐蚀及施工等要求，并应做到结构安全、耐久、技术先进、经济合理。

8.1.2 隧道混凝土结构的耐久性应根据结构的设计使用年限、结构所处的环境类别及作用等级进行设计：隧道结构的主体结构和使用期间不可更换的结构构件，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计；使用期间可以更换且不影响运营的次要结构构件，可按设计使用年限 50 年的要求进行耐久性设计。

8.1.3 隧道工程防水应遵循防、排、截、堵相结合，因地制宜、综合治理，采取与其相适应的防水措施；城市隧道工程应以混凝土结构自防水为主，以接缝防水为重点，辅以防水层加强防水，并应满足结构使用要求。

### 8.2 结构与耐久性

8.2.1 隧道结构的埋置深度及与相邻隧道的距离，应符合下列规定；当无法满足时，应结合隧道所处的工程地质、水文地质和环境条件进行分析，必要时应采取相应的措施：

- 1) 盾构法施工的隧道覆土厚度不宜小于隧道外轮廓直径；
- 2) 盾构法施工的隧道间的净距不宜小于隧道外轮廓直径；
- 3) 矿山法施工的隧道最小覆土厚度不宜小于隧道开挖宽度的 1 倍。

8.2.2 大体积浇筑的混凝土应避免采用高水化热水泥，并宜掺入高效减水剂、优质粉煤灰或磨细矿渣等，同时应严格控制水泥用量，限制水胶比和控制混凝土入模温度，必要时应进行专题研究；

- 8.2.3 注浆材料宜采用对地下环境无污染及后期收缩小的材料。
- 8.2.4 城市隧道内部行车道板、分隔墙板、支架等结构构件应推广采用装配式结构。
- 8.2.5 城市隧道结构设计时应综合考虑附属设备的预留孔洞和预埋构件。
- 8.2.6 城市隧道内支架、托架等结构应采用预埋件的方式连接，不应大量采用植筋、后锚固等方式，支架、托架等金属构件应考虑防腐耐久措施。
- 8.2.7 变形缝的设置应根据隧道结构形式、结构的刚度、防水能力、地质条件、施工工艺以及对运营管理影响等综合确定。对于地基承载力较高或地层性状较好且隧道断面较一致的城市隧道区段，宜少设或者不设变形缝；隧道明暗交界处、地质明显变化处以及断面型式变化区段应设置变形缝。
- 8.2.8 海洋和近海地区接触海水氯化物的配筋混凝土结构构件，应按海洋氯化物环境进行耐久性设计。
- 8.2.9 城市隧道结构的耐久性设计应重视地下水在环境作用下的不利影响，应保证混凝土结构具备相应的抗渗透性能和抗腐蚀性能，防水层材料应具备抗老化性能。
- 8.2.10 隧道结构混凝土保护层厚度应根据结构类别、环境条件和耐久性要求等确定，一般环境作用下混凝土结构构件钢筋净保护层最小厚度应符合表 8.2.10 的规定。

表8.2.10 一般环境作用下混凝土结构构件钢筋净保护层最小厚度 (mm)

结构类别	地下连续墙		灌注桩	明挖结构					钢筋混凝土管片		矿山法施工的结构		
	外侧	内侧		顶板		楼板	底板		外侧	内侧	初期支护或喷锚衬砌		二次衬砌
				外侧	内侧		外侧	内侧			外侧	内侧	
保护层	70	70	70	45	35	30	45	35	35	25	35	35	35





## 9 通风与排烟

### 9.1 一般规定

9.1.1 隧道通风应结合道路等级、工程规模、交通量与交通工况、车辆种类与有害气体排放量、隧道平面与纵断面线形、环境保护、烟气控制和运营维护等进行整体规划。

9.1.2 隧道通风系统的设计应满足以下要求：

- 1) 通风系统应具有一定的适应性，满足特殊工况的交通条件；
- 2) 隧道内营运通风的主流方向不应频繁变化。
- 3) 应保证通风系统某一局部失效时，系统的整体功能维持在适宜的水平；
- 4) 应根据环境影响报告书对污染空气排放和噪声要求，结合工程实施条件确定污染空气排放方案，通风设备应采取措施使传至室外的噪声符合环境保护要求；
- 5) 应能有效利用汽车行驶产生的交通通风力，并考虑隧道需风量变化,制定运行策略。

9.1.3 长度大于 500m 的隧道应设置排烟设施。

9.1.4 隧道火灾时，防烟排烟系统应能及时有效控制和排除烟气、减少烟气在隧道内影响范围。

### 9.2 设计标准

9.2.1 隧道内部环境标准应按交通情况确定不同的设计标准，市中心隧道宜结合交通情况考虑日常阻滞交通工况，其余隧道可根据交通分析确定阻滞类型。

表9.2.1 CO和烟雾设计浓度

车速 v(km/h)或工况	CO (ppm)		烟雾设计浓度	
			消光系数 K (10 <sup>-3</sup> /m)	
	一般阻滞	日常阻滞	一般阻滞	日常阻滞
V>40	70	70	5	5
40≥V>20	70	70	7	7
V≤20	100	70	9	7
关闭隧道	200	200	12	12
养护维修	20	20	3	3

9.2.2 隧道内的最高空气温度不宜高于 45°C，当温度高于 50°C时宜进行交通管制。

9.2.3 隧道火灾最大热释放率应按隧道的等级、通行车辆的构成以及车种比例来确定。

### 9.3 隧道通风系统设计

9.3.1 隧道应优先采用纵向通风方式。

9.3.2 长度超过 3km 的隧道应对隧道温度进行校核计算，当不满足要求时，应采取降温措施。

9.3.3 设有进、出口匝道的隧道，通风设计应考虑主线、匝道隧道气流的相互影响。

9.3.4 隧道需风量计算时应考虑以下因素：

- 1) 车辆有害气体的排放量，应按设计初期、近期和远期预测交通量、交通组成、车辆状况、并结合汽车尾气限排标准实施情况计算，取其较大者作为设计取值。
- 2) 设计需风量应取稀释 CO、烟雾、NO<sub>2</sub> 和隧道最小换气量中所需风量中的最大值，计算时应按行车速度 10km/h 一档分别进行计算。
- 3) 稀释 CO、烟雾、NO<sub>2</sub> 所需风量按《公路隧道通风设计细则》JTG/T

D70/2-02 的要求计算。

- 4) 隧道入口新风污染物浓度应考虑环境本底浓度和邻洞污染空气的影响。具体数据可参考环境评价报告中的本底测量及计算预测。

#### 9.4 隧道防排烟系统设计

9.4.1 隧道内机械排烟系统的设置应根据隧道长度、交通情况来确定排烟方式：长度不大于 3000m 的隧道宜采用纵向排烟方式，长度大于 3000m 时宜采用纵向分段排烟方式或重点排烟方式；发生日常阻滞的隧道宜采用重点排烟或进行人员疏散分析，保证阻塞工况下火灾时人员的安全。

9.4.2 隧道内应结合匝道、风井等布局进行必要的排烟分区，并分别对各区域进行烟气控制设计。

#### 9.5 通风设备选型及安装

9.5.1 射流风机的安装应符合以下规定：

- 1) 射流风机的纵向间距及与洞口的距离不宜小于 60m，同组并列吊装的射流风机中心间距不应小于风机直径的 2 倍；
- 2) 急曲线处的射流风机宜加密布置；
- 3) 吊挂在行车道内的射流风机宜位于建筑限界以外 15~20cm 处，风机轴线与隧道轴线平行；
- 4) 支承风机的结构强度不应小于实际静载荷的 15 倍，风机安装前应做支承结构载荷试验；
- 5) 射流风机射程范围内气流应尽量不受其他构筑物(如情报板、指示牌、照明灯具)的阻挡。

9.5.2 通风系统设备、管道及配件布置应为安装、操作、测量、调试和维修预留空间位置。

- 1) 通风机房应为大型通风设备设置运输、安装通道及孔洞，并应能

装设起吊设施。

- 2) 火灾时运行的射流风机、排烟风机及烟气流经的风阀、消声器、软接等辅助设备，应按隧道火灾烟气预测温度进行配置，连续有效运行时间应高于隧道疏散和救援时间，且应满足 250°C 时连续有效工作时间不小于 1h 的要求。
- 3) 用于火灾排烟的射流风机应至少备用一组。
- 4) 火灾时运转的风机从静止到达全速运转的时间不应大于 60s，可逆式风机应能在 90s 内完成反向运转。

## 9.6 附属设备用房及管理中心空调、通风及防排烟设计

9.6.1 附属设备用房及管理中心的空调、通风设计均应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《公共建筑节能设计标准》GB50189、《电子信息系统机房设计规范》GB50174 等相关规定。

9.6.2 附属设备用房及管理中心的防排烟系统设计均应按现行的《建筑设计防火规范》GB50016 及地方相关消防规定进行设计。

## 10. 给排水与消防

### 10.1 一般规定

#### 10.1.1 隧道

- 1) 隧道给排水、消防系统的功能是满足隧道的生产、生活和消防用水；及时排除生产、生活污水、地下渗入水、事故消防水及敞开部分的雨水，以满足隧道安全运营的需要。
- 2) 隧道给水应安全可靠，并满足各用水点对水量、水质及水压的不同要求。
- 3) 整条隧道按同一时间内发生火灾数一起考虑。
- 4) 隧道应采用生产、生活和消防分开的给水系统。
- 5) 排水系统的选择应根据污、废水的性质，并结合室外排水体制确定。
- 6) 排水应分类集中，采用高水高排、低水低排互不连通的系统就近排放。
- 7) 汇水面积应合理确定，并设有防止高水进入低水系统的可靠措施，确保隧道运营的安全性。
- 8) 各种设备选型应技术先进，性能优良，可靠性高，规格尽可能统一，便于维修保养，减少备品备件，并尽可能选用国产设备。设计中应为施工安装、操作管理、维修检测及安全维护等提供便利条件。
- 9) 管材及管道接口选用行之有效的新技术、新工艺、新材料和新设备，以提高供水的安全可靠性，减少漏损，降低能耗。

#### 10.1.2 地面附属设施

- 1) 地面附属设施给排水系统设计应符合《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。
- 2) 地面附属设施的消防系统设计应按现行的《建筑设计防火规范》GB 50016 进行，对运营管理中心重要的设备用房应设置自动灭火

系统。

## 10.2 设计标准

### 10.2.1 给水标准

冲洗水量按  $8.0\text{m}^3/\text{d}$  计（消防时不考虑冲洗水量）。

### 10.2.2 消防标准

#### 1) 消火栓系统

消火栓系统用水量不应小于  $20\text{L/s}$ ，洞口外的消火栓系统用水量不应小于  $30\text{L/s}$ 。对于长度小于  $1000\text{m}$  的城市隧道，洞口内、外消火栓用水量可分别为  $10\text{L/s}$  和  $20\text{L/s}$ 。

#### 2) 水喷雾系统

喷雾强度大于等于  $6.0\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，最不利点处喷头的工作压力不小于  $0.2\text{MPa}$ ，持续喷雾时间不应小于  $4\text{h}$ 。

#### 3) 泡沫-水喷雾系统

喷雾强度大于等于  $6.5\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，最不利点处喷头的工作压力不小于  $0.35\text{MPa}$ ，泡沫混合液持续喷射时间不应小于  $20\text{min}$ ，持续喷雾时间不应小于  $1\text{h}$ 。

#### 4) 泡沫消火栓系统

泡沫混合液用量不应小于  $30\text{L}/\text{min}$ ，泡沫液浓度不小于  $3\%$ ，泡沫混合液连续供给时间不应小于  $20\text{min}$ 。

### 10.2.3 排水标准

- 1) 根据工程的地理位置以及重要程度，合理选择暴雨重现期。通常城市隧道敞开部分的暴雨重现期按  $50$  年考虑，径流系数为  $0.9$ 。
- 2) 根据隧道不同施工方法确定隧道结构渗水量，一般结构渗水量按  $0.15\text{L}/\text{d}\cdot\text{m}^2$  计。
- 3) 隧道排水量按消防水量计。

## 10.3 给排水设计

### 10.3.1 给水系统

一般在隧道管理用房地块内设置加水栓，供隧道冲洗车加水。

### 10.3.2 排水系统设计

- 1) 隧道内废水主要为消防废水、冲洗废水、结构渗入水等废水。隧道内废水通过线路纵向排水沟和最低点设置的横截沟，汇至废水泵房的集水池。
- 2) 废水泵房及其集水池应满足水泵的安装、检修、运行要求，集水池有效容积按大于最大一台泵 15min 出水量考虑。
- 3) 废水泵房宜设置备用泵。
- 4) 废水由水泵提升后就近排出，经地面压力井后再纳入市政排水管道。
- 5) 隧道的雨水泵房主要收集并排除敞开段的雨水，泵房宜靠近洞口设置，宜在每个洞口设置 2 道横截沟。
- 6) 接地点处必须采取有效措施，如设置驼峰或者横截沟等，防止地面雨水进入隧道。
- 7) 雨水泵房的设计规模应按设计雨水量的 1.2 倍确定。
- 8) 雨水泵房集水池有效容积按大于最大一台泵 5min 出水量考虑。
- 9) 雨水泵房宜设置备用泵，并且水泵总数不宜少于 3 台。

## 10.4 消防设计

### 10.4.1 消防水源和消防水池

- 1) 如当地供水、消防部门许可，且满足从两路不同市政给水管上引两路供水管，水量满足隧道内、外消防给水设计流量时，消防水源宜从市政给水管网直接供水，不设消防水池，并应在消防引入管的起端设置倒流防止器。
- 2) 当生产、生活用水量达到最大时，市政给水管网不能满足隧道内、外消防给水设计流量时，或只有一路消防供水时，应设置消防水池。



- 3) 当市政给水管网能保证隧道外消防用水量时，消防水池的有效容积应满足在火灾延续时间内隧道内同时开启所有消防灭火设施的用水量之和；当市政给水管网不能保证隧道外消防用水量时，其有效容积应满足在火灾延续时间内隧道内同时开启所有消防灭火设施的用水量之和以及隧道外消防用水量不足部分之和的要求。

#### 10.4.2 消防泵房

- 1) 消防泵房不应设置在地下三层及以下，或室内地面与室外出入口地坪高差大于 10m 的地下楼层。
- 2) 消防泵房的疏散门应直通室外或安全出口。
- 3) 消防水泵房应采取防水淹的技术措施。

#### 10.4.3 消防系统

##### 1) 消火栓系统

- a) 消火栓给水管网应布置成环状，并用阀门分隔成相应的独立段，每段内的消火栓数量不应超过5个；末端枝状干管上的消火栓数量不应超过5个。
- b) 环状管网的输水干管及向环状管网输水的输水管均不应少于2条，当其中1条发生故障时，其余的干管仍应通过全部消防水量。
- c) 消火栓间距不应超过50m，水枪充实水柱不小于10m。
- d) 在消火栓总管上每隔5组消火栓设一只阀门，在总管每个高点设放气阀，每处低洼点设放水阀。
- e) 消火栓泵控制方式及要求：可由消火栓系统压力开关启动、中控室遥控启动、泵房内手动启动，并在中控室显示工作状态。

##### 2) 水喷雾系统

- a) 水喷雾系统应设有水雾喷头、雨淋阀组、放气阀、过滤器、供水管道、供水设施等。
- b) 每组水喷雾系统应与火灾报警系统一一对应。
- c) 水喷雾系统用于防护冷却时，响应时间不应大于300s。

##### 3) 泡沫-水喷雾联用灭火系统

- a) 泡沫-水喷雾联用灭火系统应设有泡沫-喷雾两用喷头、雨淋阀组、比例混合器、电磁阀、放气阀、过滤器、供水管道、供水设施以及泡沫液管道、供泡沫液设施等。
  - b) 泡沫-水喷雾联用灭火系统用于灭火时，响应时间不应大于45s。
- 4) 泡沫消火栓系统  
隧道内泡沫消火栓箱的间距不应超过50m，泡沫消火栓箱内应设有软管卷盘、泡沫原液容器罐、比例混合器、泡沫喷枪、报警按钮、导向架及管路组件等。
- 5) 灭火器设置  
隧道内应设置ABC类灭火器，并根据隧道的规模、分级类型，以及现行的《建筑设计防火规范》GB 50016，确定灭火器的设置位置。
- 6) 地面消防设施  
在隧道出入口处应设置室外消火栓和水泵接合器。

## 10.5 地面附属用房

### 10.5.1 给水排水系统

- 1) 管理中心、设备用房等地面附属用房给排水系统应符合现行《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的要求。

### 10.5.2 消防系统

- 1) 管理中心、设备用房等应按照建筑规模，根据现行《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求配置合适的消防系统。
- 2) 如果水量、水压符合要求，管理中心、设备用房等可与城市隧道共用一套消防系统。
- 3) 设置于地下的弱电机房、应急电源室、开关站等宜采用气体灭火或高压细水雾灭火系统保护。

## 11. 供配电与照明

### 11.1 一般规定

11.1.1 供配电系统设计应遵循安全可靠、经济合理、技术先进、维护方便的原则，并应符合国家节能和环保要求。

### 11.2 供电设计

#### 11.2.1 负荷分级及供电要求

根据隧道各类设备用途和重要性，电气负荷等级分为：

一级负荷：消防泵、消防风机、基本车道照明、应急照明、防火卷帘门、雨水泵、废水泵、综合监控系统等设备，其中应急照明和综合监控系统为一级负荷中的特别重要负荷。

二级负荷：出入口加强照明、重要机房通风照明；

三级负荷：非消防通风机、地道检修用电及其他不属于一、二级的用电负荷。

#### 11.2.2 供电电源及配电方式

隧道可以根据长度设置 10/0.4kV 变电所，变电所较多时应设置隧道 10kV 配电中心（总变电所）。由供电部门提供两路互相独立的 10kV 电源供电，每路电源应能保证所在区域 100%用电设备的用电。

一级负荷：采用两路电源供电，末端自动切换的供电方式；特别重要负荷另配 EPS 或 UPS；消防负荷两路电源末端切换。

二级负荷：采用两路电源供电，末端自动切换或各带 50%供电负荷。

三级负荷：采用单路电源供电。

#### 11.2.3 变压器容量和台数选择

隧道变电所常规采用两台变压器，两常用。当一台变压器发生故障时，另一台变压器应能满足所有一、二级负荷运行并满足所有消防负荷正常运行。

#### 11.2.4 系统接线和运行方式

10kV 配电中心 10kV 侧采用单母线分段不带母联的接线方式，其余变电所 10kV 侧采用电源变压器组的接线方式。

0.4kV 低压侧采用单母线分段带母联的接线方式。

#### 11.2.5 变电所设计

隧道 10/0.4kV 变电所一般采用地下合建，如隧道位于地下二层或地下三层，变电所应设置在地下一层，不得放在最底层。

10/0.4kV 变电所供电半径不宜超过 1000m，当变电所与管理中心或泵房合建时，应做好防水、防电磁干扰等措施。

#### 11.2.6 无功补偿

采用集中补偿结合就地补偿的方式。在 0.4kV 开关柜上设置集中补偿装置，以补偿变压器的基本无功及变电所附近用电设备的无功需求，距离变电所较远的用电设备设置就地补偿，使得补偿后的功率因数在 10kV 侧不低于 0.92。

#### 11.2.7 设备控制

单台功率大于 37kW 的消防设备采用星三角启动，非消防设备采用软启动，其余电机采用直接启动。频繁启动的电机，电机启动时母线压降控制在 10%以内，不频繁启动的电机，电机启动时母线压降控制在 15%以内。

#### 11.2.8 计量及测量

隧道变电所采用高供高计，动力和照明用电统一计量，计量表计安装在专用的计量屏内；

#### 11.2.9 电缆敷设

消防动力干线电缆宜采用柔性矿物防火电缆沿电缆桥架或电缆沟敷设；

非消防干线动力电缆采用低烟无卤阻燃铜芯（或新型铝合金）电缆沿电缆桥架敷设，局部穿钢管保护；

支线电缆采用低烟无卤阻燃耐火电缆穿钢管敷设，局部穿金属软管保护；

电缆桥架采用 T 型镀锌钢桥架在装饰板后支架安装；

电缆敷设在保护管内时，保护管内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。保护管的弯曲半径不应小于所穿电缆的最小允许弯曲半径。

#### 11.2.10 防雷与接地

隧道为地下建筑，不考虑防直击雷措施，但要考虑雷电电磁脉冲所引起的过电压。

10kV 进线、母排及出线回路装设避雷器防止雷电和操作过电压；

在 0.4kV 进线处均安装电涌保护器，以减小雷电波的侵入危害。

电气系统采用 TN-S 制保护系统，变电所接地电阻不大于  $1\Omega$ 。所有用电设备金属外壳、金属构件等均应与接地装置可靠连接，形成电气通路。

### 11.3 照明设计

#### 11.3.1 负荷分级及供电要求

隧道基本照为一级负荷，采用两路电源末端自切的供电方式；其中应急照明、疏散指示为一级负荷中特别重要负荷；采用两路电源末端自切加 EPS 应急电源的供电方式。

加强照明为二级负荷，采用双路电源供电。

#### 11.3.2 照度计算

隧道照度计算推荐参考《LED 城市道路照明应用技术要求》GB/T 31832 附录 F 中规定的计算方法进行照度计算。

#### 11.3.3 照明控制

基本照明 24 小时常开，加强照明根据洞外亮度情况变化全部或部分开启。同时 LED 照明灯具采用可调光系统，可以根据交通量大小在不影响灯具寿命的情况下进行调光。

智能照明控制主机安装在隧道管理中心内，分控装置安装在隧道照明控制箱内。

#### 11.3.4 电缆敷设

照明控制箱的干线电缆采用低烟无卤阻燃铜芯（或新型铝合金）电缆沿电缆支架敷设；

从照明控制箱到灯具的电源支线采用 WDZB-BYJ-450/750V 型电线穿金属线槽在电缆支架上敷设，出线槽后穿金属软管保护；

从照明控制箱到灯具的控制线采用 WDZB-RVVSP-2×1.5（2.5） $m^2$  型控制线穿金属线槽在电缆支架上敷设，出线槽后穿金属软管保护；

电源支线与控制线共用金属线槽，中间加隔板分开；

从变电所低压柜到应急照明 EPS 配电柜干线电缆采用柔性防火电缆沿电缆支架敷设；

从 EPS 配电柜到应急灯具的电源支线采用 WDZAN-BYJ-450/750V 型电线穿热镀锌钢管敷设，每个应急灯具旁设专用接线盒（IP65）；

从 EPS 配电柜到疏散指示的电源/控制线采用 WDZAN-RVVSP-2×2.5（4） $m^2$  型电线穿热镀锌钢管敷设，每个疏散指示旁设专用接线盒（IP65）；

#### 11.3.5 灯具及光源选择

隧道采用专用条型 LED 隧道灯作为基本照明灯具和加强照明灯具，灯具整体防护等级 IP65；

采用 LED 路灯作为洞外引道照明，灯具整体防护等级 IP65；

LED 光源采用优质 LED 模块，初始发光效率不得低于 100lm/W，色温 4000K 左右；

基本照明采用间接照射式，灯具效率不得低于 70%，加强照明采用直接照射式，灯具效率不得低于 85%；

LED 灯具输入电压在额定电压的 $\pm 20\%$ 范围内均应正常工作，整灯正常使用寿命不小于 50000h；

灯具与智能调光装置之间通信协议由灯具厂家提供。在调光的同时可以反馈每一盏灯的运行状态与故障信号。

#### 11.3.6 照明设计

基本照明控制箱、加强照明控制箱在隧道车型方向右侧装饰板内暗装。

基本照明灯具应布置在车道上方的隧道顶板上，采用小间距带状布置并应考虑频闪效应。外侧灯具每 5 盏中有 1 盏作为应急照明，平时兼做正常照明灯具。

出入口加强照明灯具在基本照明灯具当中穿插间隔布置。

疏散指示标志底边距地 0.8m 在装饰层内双侧暗装，间距 50m，面板与装饰层齐平。出口指示灯在逃生门上方明装。

### 11.4 节能

11.4.1 优先选用高效、低能耗的系统模式与设备，各设备系统宜具备智能节能控制功能和接口。照明灯具宜选用 LED 光源和经过节能产品认证的光源及驱动器，选用效率不应低于 75%。

11.4.2 提高系统功率因数，根据工程实际情况可以选择集中和分散补偿相结合的方式，补偿后的功率因数要求达到 0.9 以上。

11.4.3 主要设备控制柜内设分散补偿，变电所低压母排设集中补偿，二种补偿相结合，既减少照明线路损耗，又能减少照明电缆的截面，降低投资，还能减少变压器的无功输出。

11.4.4 变压器采用 SCB12 以上级别干式变压器，大大降低维护管理的工作量。同时设计时使变压器运行于高效区，降低了变压器损耗。

11.4.5 变电所靠近负荷中心，有效缩短低压供电线路的长度；合理选择导线截面，降低线路损耗。

11.4.6 隧道通风控制应优先考虑智能通风控制系统，隧道内风机启动

应根据 VI、CO 等数据以自动控制为主、手动控制为辅，在夜间或交通低峰等车流量稀少的情况下，可以部分启动或者全部停止运行。

11.4.7 隧道照明采用智能照明控制系统，在隧道出入口均设置加强照明，根据室外（晴天、阴天、雨天等情况）亮度、交通量变化实现灯具的自动调光或开启数量，以减少能耗。

11.4.8 隧道基本照明采用高效节能的 LED 照明灯具，同时采用智能调光系统装置，根据隧道交通量的大小在夜间进行调光来实现有效地节能。



## 12. 综合监控

### 12.1 一般要求

#### 12.1.1 设计原则

监控系统按安全适用、技术先进、经济合理的原则进行设计。

- 1) 各系统的设计须符合国家现行有关标准规定，以确保隧道的设备正常运营和人身安全，提高车辆通行效率，并能实现疏导交通、防灾和救灾等功能。
- 2) 基于综合监控理念，对隧道机电设备实现统一监控、集中管理；实现多专业综合、多功能集成，多系统信息的互联互通和资源共享。
- 3) 系统按中央管理层和现场检测控制层所建立两层网络架构，并充分考虑系统的容错、降级处理的要求。

### 12.2 中央监控管理系统

#### 12.2.1 主要功能

- 1) 监测和控制隧道的运行状况及各种设备的运行和故障处理，协调各子系统之间的工作。
- 2) 收集、分析、处理隧道的各种状态数据和运行数据，包括分类、汇总、存储、查询、统计、趋势、报表，以及设备的运行记录、维修记录等，进行各系统的运行模拟和仿真，提供优化运行方案，达到节能和提高运行效率的目的。
- 3) 提供在事故、火灾等紧急情况下的救援指挥和针对突发事件的应急预案。

#### 12.2.2 中央控制室设置

- 1) 中央控制室对整个隧道内的综合监控设备进行集中管理，中央控制室设置在管理用房的一层或地下一层，整个管理用房包括中央

控制室和监控设备机房。

- 2) 监控设备机房的设施配置等级为 B 级。
- 3) 在中央控制室内设置各子系统的集中分析及显示设备，在设备机房内设置各子系统的信号处理设备（火灾报警系统设备设置在中央控制室内）。

#### 12.2.3 系统组成

- 1) 中央控制管理系统主要由计算机网络和大屏幕显示系统及系统和应用软件等组成。
- 2) 计算机网络系统主要由各子系统管理工作站组成，包括：火灾报警图形显示装置、设备监控工作站、交通监控工作站、视频监控管理工作站、事件检测分析工作站、综合监控平台、数据库服务器、IO 服务器和大屏幕显示系统。
- 3) 中央控制管理系统系统的各子系统的具体作用和功能、控制方式等请参照《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 和《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 等相关规范要求设计。

#### 12.2.4 设备机房

- 1) 设备机房内各子系统信号处理设备均安装在 19"标准机柜内。
- 2) 机房内铺设防静电地板。
- 3) 由于综合监控系统为特别重要负荷，在监控中心的监控设备机房、风塔等集中设备机房、各跟随变电所旁的监控机房内分别设置一套不间断电源装置（UPS），为中央控制室和各设备集中机房及隧道内综合监控设备进行供电。
- 4) 火灾自动报警及消防联动系统的应急电源应采用系统自带的蓄电池。

### 12.3 设备监控系统

#### 12.3.1 环境质量监测

隧道环境监测项目包括：一氧化碳浓度（CO）、能见度（VI）、

温湿度仪、二氧化氮、风速、风向监测、室外光照度检测仪等。环境质量监测仪表需根据通风系统的要求设置在检测环境质量有代表性的断面处。

### 12.3.2 电力监控

- 1) 电力监控的目标是保障隧道供电系统的正常运行，并且在发生供电故障时，及时调整线路和负荷，以保证消防、照明、通风等用电设备的供电。
- 2) 工程电力监控系统为成套的独立系统，由供电及照明系统设计。
- 3) 系统预留与设备监控、能耗监测系统互联的通讯接口。

### 12.3.3 机电设备监控

- 1) 监控中心根据环境条件和隧道运营情况，合理调度、控制隧道的通风、排水、照明等设施，实现优化运行，达到节能的目的。
- 2) 机电设备监控的主要对象包括：射流风机、轴流风机、送/排风机、排水泵、废水泵、雨水泵、照明控制箱等。
- 3) 机电设备监控的主要信号包括：设备的运行/停止信号、故障信号、就地/远控信号和设备的启停命令。其中与隧道照明调光系统之间采用通讯方式，可在中央控制室对隧道照明灯具进行调光。
- 4) 系统构成:系统由管理工作站、区域控制器、远端输入输出模块以及网络交换设备等组成。
- 5) 管理工作站设置在中央控制室内。
- 6) 在管理用房的监控设备机房、风塔及集中设备机房和各跟随变电所旁监控机房各设置一个 ACU 控制箱（包含区域控制器和辅助电气元件等）。
- 7) 在隧道内射流风机对应处和雨水泵房与废水泵房内设置一个 RTU 箱（包含远端输入输出模块和辅助电气元件等）。
- 8) 区域控制器和远端输入及输出模块之间采用现场总线连接。
- 9) 所有的区域控制器通过网络交换设备组成光纤环网架构并将信号传送至中央控制室，由中央控制室统一进行管理。

## 12.4 交通监控系统

交通监控系统主要负责隧道的交通协调和运营管理，监视车辆运行，采集隧道内车流的平均车速、车流量、车型、道路占有率等交通参数；目标是保障隧道行车安全，提高通行效率，有效地进行交通管理，尽可能避免交通事故的发生。

交通监控设施主要包括：车辆检测设备、超高检测装置、车道控制设备、信息诱导设备、交通控制单元等。

### 12.4.1 车辆检测设备

车辆检测设备是用来检测交通量、车速、车头时距、车辆存在等。

- 1) 在隧道入口龙门架、隧道出口前、隧道内分合流点处的每个车道分别设置视频检测器，通过总线接入到交通控制单元并将视频信号传送至中央控制室。
- 2) 车辆检测设备还包括事件检测系统（由视频分析仪和事件监测软件平台等组成），通过处理隧道内的视频信号可得到停车、交通拥堵、慢速车辆、行人、车辆逆行、抛洒物和能见度等事件报警，使得管理人员能够更好的掌握隧道内的交通通行情况。
- 3) 超高检测装置的作用是当车辆的高度超过隧道净高时，不仅会影响到车辆本身的安全，还将会严重地破坏隧道的结构和设施，而导致隧道的交通瘫痪。因此在隧道和匝道入口前设置机械超高检测装置和红外超高检测装置，红外超高检测信号接入设备监控系统。

### 12.4.2 车道控制设备

- 1) 车道控制设备按照《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 和《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 等相关规范要求设计。

### 12.4.3 信息诱导设备

- 1) 信息诱导设备用于按照选定的方案实施诱导，如向隧道使用者提供隧道交通状况信息，对行驶车辆发出限制、劝诱、建议性指令。

- 2) 在隧道入口龙门架处设置室外型可变信息标志，在隧道内分流点上游、合流点下游以及出口上游设置室内型可变信息标志，隧道内版面亮度不小于  $3500\text{cd}/\text{m}^2$ ，隧道外版面亮度不小于  $8000\text{cd}/\text{m}^2$ ，动态视距不小于 200m，并具有故障自检功能。
- 3) 可变信息标志通过超 5（或 6）类线 UTP-5（6）接入就近的网络交换机。

#### 12.4.4 交通控制单元

- 1) 收集各交通监控设备的检测信息并对其进行分析处理和存储，并将信息上传至中央控制管理系统。
- 2) 接收中央控制系统的控制指令对交通控制及诱导设备进行控制。
- 3) 交通控制单元与设备控制系统控制器合用以节省造价。

## 12.5 视频监控系统

视频监控系统主要用于监视隧道的交通运行状况，并对交通事故及火灾报警等信息给予确认，为中央控制室内的值班人员处理交通等事故提供最直接、最直观的依据。

### 12.5.1 功能要求

- 1) 隧道外摄像机可全方位监视洞口交通运行状况；
- 2) 隧道内摄像机可连续监视隧道内车辆运行情况和报警救援位置；
- 3) 重要设备用房内的摄像机可监视人员的出入状况。

### 12.5.2 系统构成

- 1) 系统包括前端摄像机、传输设备、后端视频处理及显示设备。
- 2) 隧道出入口摄像机设置在隧道主线出入口接地点处，每处设置一套一体化云台摄像机和一套固定式摄像机。
- 3) 隧道内每 100m 左右设置一套固定式摄像机，曲线段布置密度适当增加，以达到视频全覆盖为目的，在分合流点处设置全球型摄像机，以便通过球机云台控制捕捉所需的影像。
- 4) 考虑到无人值守，在重要设备用房（包括变电所、消防泵房、雨/

- 废水泵房等)内和设备用房区公共走道设置固定式摄像机。摄像机设置在顶部或墙角,以能看清人员进出机房内主要区域为原则。
- 5) 从技术成熟性、性价比等方面综合考虑,各摄像机拟采用数字高清摄像机,摄像机分辨率采用 1080P,系统存储录像时间不小于 90 天。

#### 12.5.3 信息传输设备

- 1) 各摄像机采集的视频及其控制信号通过超五类线或六类线接入现场的千兆以太网交换机以光纤环网形式传送到监控中心并接入视频综合控制管理平台。
- 2) 系统需预留千兆及以上接口以便与交警和公安部门的视频监控网络平台进行连接,实现实时互联互通。

#### 12.5.4 视频综合控制管理平台

- 1) 硬件主要包括:以太网交换机、数字视频矩阵/高清解码器、视频存储设备、视频管理服务器和视频管理工作站等。
- 2) 配套的软件包括:视频管理服务器软件、流媒体服务管理软件、信息发布管理软件、视频工作站软件、视频检索客户端软件等。

### 12.6 火灾自动报警及消防联动系统

根据《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定,火灾报警系统形式一般采用集中报警系统。

消防控制室与中央控制室合建位于管理用房内,其位置是建于地面或地下一层。

系统是由火灾自动报警及消防联动控制系统、消防电话系统和消防广播系统三个子系统构成。

#### 12.6.1 火灾自动报警及消防联动控制系统

- 1) 火灾自动报警消防联动控制系统由火灾报警图形显示装置、火灾报警主机(联动型)、手动控制盘、火灾探测器、手动报警按钮、声光报警器、输入输出模块等设备组成。分布式感温光纤报警系

统由分布式感温光纤报警主机、感温光纤等组成。

- 2) 采用两总线制式的火灾报警与消防联动一体化主机，火灾报警主机、图形显示装置、手动控制盘和分布式感温光纤报警主机均设置在中央控制室内，另在风塔及集中设备机房设置一台区域火灾报警主机和分布式感温光纤报警主机。
- 3) 在设备用房公共区及各设备用房内均采用点式感烟探测器。
- 4) 隧道车行区内火灾探测器采用感温光纤和双波长火焰探测器（或图像型火灾探测器）。在隧道每个洞内设置 2 根感温光纤，通过安装支架沿隧道顶部敷设；在隧道侧壁每 50m 左右布置双波长火焰探测器。
- 5) 在隧道车行区内设置防水防潮型手动报警按钮和声光报警器，设置间距为 50m。在设备用房公共走廊设置手动报警按钮（带电话插孔）和声光报警器，手动报警按钮设置间距需满足《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 中的相关要求。隧道入口前方 50m~250m 内应设置指示隧道内发生火灾的声光报警装置。
- 6) 在隧道车行区内将输入、输出模块集中安装在模块箱内便于管理及维修。
- 7) 火灾发生时能够在中央控制室通过火灾报警主机、图形显示装置或手动操作盘对隧道内射流风机、轴流风机以及消防泵进行控制。

12.6.2 主要消防设备联动控制需满足以下要求：

- 1) 消火栓系统的联动按规范《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 要求设置。
- 2) 泡沫-水喷雾灭火或水成膜泡沫系统（根据水专业提资的需求选择）：
  - a) 联动控制方式：由隧道内的感温光纤和双波长火焰探测器（或图像型火灾探测器）的报警信号作为雨淋报警阀电磁阀和泡沫液控制电磁阀的联动触发信号，由雨淋报警阀、压力开关等的动作信号作为触发信号，直接控制启动水喷雾泵和泡沫泵或水成膜泡沫泵，联动控制不受火灾报警主机的状态影响；火灾发生时也可通过火灾报警主机总线联动控制水

喷雾泵或泡沫泵的启动。

b) 手动控制方式：将消防控制室手动控制盘通过专用线路连接至水喷雾泵和泡沫泵或水成膜泡沫泵控制箱，利用手动控制盘上的启动和停止按钮对水喷雾泵和泡沫泵或水成膜泡沫泵进行直接控制。

c) 水喷雾泵和泡沫泵或水成膜泡沫泵的工作和故障状态、雨淋报警阀压力开关、水流指示器、信号阀的动作信号均反馈至火灾报警主机。

3) 自动喷淋灭火系统的联动参见《火灾自动报警系统设计规范》GB50116要求。

4) 消防泵的联动按规范《火灾自动报警系统设计规范》GB50116要求设置。

5) 防排烟系统的联动按《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 要求设置。

6) 消防电话系统

按照《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 要求，隧道消防电话可与紧急电话合用，故不设置单独的消防电话系统。

7) 消防广播系统

火灾时利用有线广播系统作为消防广播使用，不单独设置独立的消防广播系统。

8) 管线敷设

a) 系统报警回路线、电源线、电话线、压力开关启泵线和控制线等均采用无卤低烟阻燃A（B）级型耐火电线，消防设备直启线采用无卤低烟阻燃A（B）级型耐火电缆，主干线缆沿封闭式线槽敷设，所有封闭式线槽和明敷的焊接钢管外壁均需涂刷防火涂料。

b) 输入输出模块至设备或设备控制箱的互连线缆须穿焊接钢管暗敷在保护层厚度不小于30mm的不燃烧体结构内。

9) 消防电话系统:



按照《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 隧道消防电话可与紧急电话合用，故不设置单独的消防电话系统。

#### 10) 消防广播系统:

火灾时利用有线广播系统作为消防广播使用，不单独设置独立的消防广播系统。

#### 11) 管线设计:

a) 系统报警回路线、电源线、电话线、压力开关启泵线和控制线等均采用无卤低烟阻燃A(B)级型耐火电线，消防设备直启线采用无卤低烟阻燃A(B)级型耐火电缆，主干线缆沿封闭式线槽敷设所有封闭式线槽和明敷的焊接钢管外壁均需涂刷防火涂料。

b) 输入输出模块至设备或设备控制箱的互连线缆须穿焊接钢管暗敷在保护层厚度不小于30mm的不燃烧体结构内。

## 12.7 有线电话和有线广播系统

### 12.7.1 有线电话系统

1) 有线电话系统包括业务电话系统和紧急电话系统。

2) 有线电话系统的设置请参照《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 和《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 等相关规范要求设计。

### 12.7.2 有线广播系统

1) 有线广播系统主要在环路内阻塞、交通事故、火灾等情况下使用。当隧道内发生火灾或交通事故等时，中央控制室的值班人员通过广播系统向隧道内车辆进行喊话，向其传递信息、进行避难指向。因此，隧道有线广播系统是处理火灾等重大事故的重要手段。平时也可利用此系统灵活传递前方车道养护施工状态或交通信息。

2) 有线广播系统的设置请参照《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 和《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2 等相关规范要求设计。

## 12.8 无线通信系统

- 1) 隧道的无线通讯系统设置应包含隧道运维调度专用无线对讲系统（450M）、调频广播系统、公安、消防、交管 350M 警用无线通信系统及商用无线通信系统，其系统设备应分开设置。
- 2) 应根据隧道的长度和设备投资的性价比、施工维护来确定采用光纤或漏缆传输无线覆盖系统的二种组网方式。短隧道宜采用漏缆传输无线覆盖组网方式，对中、长或特长隧道宜采用光纤传输无线覆盖系统的组网方式。
- 3) 当漏缆传输无线覆盖组网方式时，系统宜在隧道每个洞的顶部敷设 2 根漏泄同轴电缆，即公安、消防、交管合用一根，运维调度和调频广播及商用无线通信合用一根；隧道内漏泄同轴电缆和设备用房区内天线应与中央控制室监控设备机房、风塔及集中设备机房和跟随变电所旁监控设备机房内 POI 相连接，当距离中央控制室较远时，宜通过光近端机将信号转换为光信号并通过光缆传输到光远端机将信号还原为射频信号。
- 4) 管理用房、设备用房区域宜设置室内吸顶全向天线；在隧道暗埋段出、入口处应设置室外定向天线，进行无线信号覆盖。
- 5) 隧道长度为 500m 以内（含 500m）的隧道，宜在单头设置设置各系统的通讯信号覆盖设备；超过 500m 的隧道，宜在每隔 400m 集中设置各系统的通讯信号覆盖设备。

## 12.9 供电、防雷与接地

### 12.9.1 供电

- 1) 综合监控系统设备按一级负荷中特别重要负荷供电。
- 2) 由变电所的配电系统提供两路独立的低压三相交流电源进线，并经过双电源自切箱实现手/自动切换。
- 3) 受电点分别为中央控制室监控设备机房、风塔及集中设备机房和

跟随变电所旁的监控设备机房，并分别设置 UPS 以及监控系统配电柜（箱）为整个工程所有的综合监控系统设备供电，各监控设备按照就近原则取电。

- 4) 不间断电源设备蓄电池容量应保证在失电的状态可承担 100%的用电负荷不少于 2h。
- 5) 不间断电源装置的总容量应按弱电系统的实际总负荷功率的 120%~140%选取配置；
- 6) 不间断交流电源设备应由综合监控系统集中管理。
- 7) 火灾报警及消防联动系统电源由专用的双电源切换箱提供并配备蓄电池作为应急电源，供电时间不小于 3h。
- 8) 供配电设计应考虑无线通讯系统的无线覆盖机房和用电负荷电源。

#### 12.9.2 防雷

- 1) 所有监控设备的电源箱引入点以及室外信号引入点处分别设置电源和信号防浪涌装置。
- 2) 不间断电源装置的输入端也应设置防浪涌装置。

#### 12.9.3 接地

- 1) 综合监控系统采用联合接地方式，接地电阻 $\leq 1\Omega$ 。
- 2) 隧道内外所有弱电设备、电源箱的金属外壳、金属构件（含立杆或龙门架及其基础接地）等均应通过 PE 线与接地装置可靠连接以实现等电位连接。
- 3) 联合接地装置宜与供电系统合设，构成综合接地，引出点应与供电系统分开，其保护接地采用供电系统 TN-S 的接地方式。

## 13. 防灾与逃生

### 13.1 一般规定

13.1.1 城市隧道防灾设计以防火灾为主，同一条隧道按同一时间内发生一次火灾考虑。

13.1.2 城市隧道的防灾逃生应综合考虑隧道内的交通组成、隧道用途、自然条件等因素。

13.1.3 城市隧道承重结构的耐火极限应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

13.1.4 城市隧道应根据需要配备以下的主动防火和被动防火设施：

- 1) 主动防火设施包括：火灾报警、消防灭火、应急供电与照明、疏散救援系统等；
- 2) 被动防火设施包括：在隧道顶部设置抗热-冲击、耐高温的防火内衬，在结构迎火面设置防火隔热保护措施及防火分隔、防护冷却等措施。

13.1.5 特长城市隧道应作防灾专项设计。

13.1.6 城市隧道管理中心应具有防灾报警、灾情确认、协助防灾指挥及救援调度的功能。

### 13.2 隧道防火

13.2.1 城市隧道、地下附属设备用房、风井、消防出入口的耐火等级为一级。地面重要的设备用房、运营管理中心耐火等级不应低于二级。其它地面附属用房的耐火等级为二级。

13.2.2 隧道的每孔车道为一个防火分区。隧道内安全通道、设备管廊、附属设备用房应与车道分为不同的防火分区。二个防火分区之间应采用耐火极限不低于 3.0h 的防火墙和甲级防火门分隔。

13.2.3 城市隧道附设的地下设备用房，一个防火分区的面积不应大于 1500m<sup>2</sup>。每个防火分区应至少设有一个至地面的安全出口，与车道或其它防火分区相通的出口可作为第二安全出口，面积不大于 500m<sup>2</sup>、且无人值班的设备用房可设置一个安全出口。

13.2.4 横向人行通道两端及通向人行疏散通道的安全口应设置甲级防火门。

13.2.5 横向车行通道内应设置耐火极限不低于 3.0h 的防火卷帘。

### 13.3 疏散通道

13.3.1 水底双孔隧道内车行横通道设置间距宜为 1500m，非水底双孔隧道内车行横通道设置间距不宜大于 1000m。

13.3.2 城市隧道疏散通道间距应考虑隧道的车道数、交通构成、通道通过能力进行设计。

13.3.3 双孔隧道设置的人行横通道的间距或隧道通向人行疏散通道的安全口间距不宜大于 250m~300m。

13.3.3 双层隧道应在上、下层车道之间设置封闭楼梯间，楼梯间距不宜大于 100m、宽度不小于 0.8m、楼梯坡度不大于 60°。

13.3.4 下滑辅助逃生口、疏散至上（下）通道的楼梯可作为辅助疏散设施，辅助疏散设施的设置应符合下列要求：

- 1) 下滑辅助逃生口的设置间隔不宜大于 120m；
- 2) 疏散至上（下）通道的楼梯，其设置间隔不宜大于 250m、楼梯坡度不大于 60°、宽度不小于 0.8m；
- 3) 下滑辅助逃生口及出入口采用盖板形式的楼梯，其盖板应能承受行车荷载并便于开启。

13.3.5 火灾工况时，隧道内乘行人员的安全疏散时间宜小于 15min。疏散通道各部位的最大通过能力可按表 13.3.5 规定进行计算。当设有重点排烟系统和泡沫-水喷雾灭火联用系统时，安全疏散时间可适当放宽至 20min。

表13.3.5 隧道各部位的最大通过能力

部位名称	每秒通过人数	宽度
横向人行通道	3.0	门宽度不小于 1.2m
下滑辅助逃生口	0.3	滑梯宽度不小于 0.6m
疏散至上(下)通道的楼梯	1.0	楼梯宽度不小于 0.8m

## 13.4 隧道消防

### 13.4.1 消火栓系统

- 1) 消火栓用水量不应小于20L/s，洞口外的消火栓用水量不应小于30L/s。对于长度小于1000m的隧道，洞口内、外消火栓用水量可分别为10L/s和20L/s。
- 2) 消火栓给水管网应布置成环状，并用阀门分隔成相应的独立段，每段内的消火栓数量不应超过5个；末端枝状干管上的消火栓数量不应超过5个。
- 3) 环状管网的输水干管及向环状管网输水的输水管均不应少于2条，当其中1条发生故障时，其余的干管仍应通过全部消防水量。
- 4) 消火栓间距不应超过50m，水枪充实水柱不小于10m。
- 5) 在消火栓总管上每隔5组消火栓设一只阀门，在总管每个高点设放气阀，每处低洼点设放水阀。

13.4.2 隧道内应设置排水设施，并应采取防止事故时可燃液体或有害液体沿隧道漫流的措施。

### 13.4.3 灭火器设置

- 1) 隧道内应设置ABC类灭火器，并根据隧道的规模、分级类型，以及现行的《建筑设计防火规范》GB 50016，确定灭火器的设置位置。
- 2) 灭火器的设置间距不应大于100m。

### 13.5 防排烟与事故通风

13.5.1 隧道内火灾排烟应结合隧道的通风方式、疏散布置和通风控制统一考虑，排烟系统与隧道的通风系统宜分开设置，当合用时，应具备在火灾时快速转换的功能，并符合排烟系统的要求。

13.5.2 隧道内机械排烟系统的设置应符合以下规定：

- 1) 长度不大于3000m 的隧道宜采用纵向排烟方式，长度大于3000m 时宜采用纵向分段排烟方式或重点排烟方式；
- 2) 发生日常阻滞的隧道宜采用重点排烟或进行人员疏散分析，保证阻塞工况下火灾时人员的安全。

13.5.3 当隧道采用纵向排烟时，纵向气流速度应高于临界风速,但不应小于 2m/s。

13.5.4 当隧道采用重点排烟时，应符合以下规定：

- 1) 排烟量应按设计火灾规模计算确定，并考虑土建排烟风道和排烟口的漏风量等因素；
- 2) 排烟口应设置在隧道顶部或侧壁上部，并采用常闭型，排烟口纵向间距不宜大于60m；
- 3) 火灾时应联动开启着火区域的排烟口，连续打开的排烟口数量不宜少于3组。

13.5.5 隧道内用于火灾排烟的射流风机，应至少备用一组。

13.5.6 隧道内应结合匝道、风井等布局进行必要的排烟分区，并分别对各区域进行烟气控制设计。

## 14. 景观与装饰

### 14.1 自然光过渡设计

14.1.1 为提高行车安全性和隧道运营经济性,隧道进口和出口宜设置自然光过渡段。

14.1.2 自然光过渡段景观设计应与隧道洞外自然和人文景观相协调。

14.1.3 隧道自然光过渡段景观设计,应在满足其功能的同时,以简洁、大方、美观、易维修为基本原则,整体达到轻盈、通透、宽敞的视觉效果。

14.1.4 驾驶员入隧道洞口和出隧道洞口所需适应时间计算公式<sup>[1]</sup>如下:

$$T_{in}=0.0204 (E_{out}-E_{in})^{0.6031}$$

$$T_{out}=0.0201 (E_{out}-E_{in})^{0.6012}$$

其中,  $E_{in}$  为洞内照度 (Lx),  $E_{out}$  为洞外照度 (Lx)

自然光过渡长度经验公式<sup>[1]</sup>:

$$S=VT/3.6-D_{th}-D_{tr}$$

其中,  $V$  为隧道设计车速 (km/h),  $T$  为驾驶员出入隧道洞口人眼所需适应时间 (s),  $D_{th}$  为入口段长度 (m),  $D_{tr}$  为过渡段长度 (m),  $D_{th}$  和  $D_{tr}$  可按公路隧道通风照明设计规范计算。

14.1.5 从美观角度考虑,隧道进口和出口的自然光过渡段宜采用对称等长设计。

14.1.6 自然光过渡段设计形式及其适用范围:

- 1) 独立结构, 封闭顶棚和侧壁, 局部透光, 适用于防噪要求较高的路段;
- 2) 独立结构, 顶棚为格栅条局部遮挡, 适用于防噪要求不高的路段;
- 3) 附属结构, 遮光板两端固定在隧道口部两侧挡墙上, 局部遮光, 适用于下沉式城市隧道。



14.1.7 过渡段顶棚设计应防止车道正上方驾驶员 20°仰角内自然光进入视线，及行驶过程中格栅因太阳光投影产生的斑马线闪烁问题。

## 14.2 洞口景观设计

14.2.1 因条件限制，无法进行自然光过渡设计的隧道洞口，应结合隧道结构、洞口边坡处理、洞外自然和人文景观、绿化设计等进行洞口景观设计。

14.2.2 洞口景观设计应以功能为主导，避免过度设计，洞口形式和色彩不应过分突出，以免影响驾驶安全。

14.2.3 洞口景观设计应简洁大方，并与隧道洞外自然和人文景观、绿化设计相协调。

## 14.3 内装饰设计

14.3.1 为改善隧道内行车环境，提升隧道景观品质，隧道内壁应运用恰当的材料进行装饰设计。

14.3.2 隧道内装风格需与自然光过渡段、洞口景观设计、洞外自然和人文景观相协调。

14.3.3 隧道内装饰重点关注内壁（侧壁和顶棚）的色彩和质感。

14.3.4 隧道内装饰材料应具有良好的耐久、耐污、耐火、耐潮、抗腐蚀、抗静电性能。

14.3.5 内装系统整体耐久年限 20 年以上（侧墙涂料 5 年以上、顶板防火涂料 15 年以上）。

14.3.6 隧道侧壁装饰材料可根据工程的重要程度、工程造价等因素综合考虑，采用：搪瓷钢板、带涂层增强的纤维混凝土板、烤瓷铝板、防火复合铝板、清水混凝土板、涂料、瓷砖等。

14.3.7 隧道顶棚装饰材料应采用防火隔热涂料或防火板。

14.3.8 隧道侧壁材料应有良好的漫反射性能，以改善隧道内光照效

果。

14.3.9 隧道内装材料不得产生炫光，宜采用平光或哑光材料。

14.3.10 隧道侧壁装饰材料宜为浅色，隧道顶棚及敷设于隧道顶部的管线、灯具、排风机、监控摄像头等设施宜统一喷涂为深色（推荐黑色）。

14.3.11 隧道内装色彩不应超过3种。

14.3.12 隧道内装饰板固定配件应确保结构可靠性和耐久性，配件耐久年限与所采用的装饰板耐久年限相同。

14.3.13 长度超过3000m的长大城市隧道，宜另行开展隧道内景观专项设计。

#### 14.4 消噪设计

14.4.1 城市隧道内应采取措施对噪音进行消减。鼓励隧道路面、内饰面材料采用消音降噪材料。

14.4.2 隧道洞口应采取措施对噪音进行消减，隧道洞口可结合洞口侧墙做消音墙（如侧墙上刻竖向凹槽、安装消音板等）。穿山隧道洞口可结合自然光过渡段侧墙做消音墙。

#### 14.5 风亭风塔设计

14.5.1 风亭风塔的布置，应从总体平面布局上考虑，尽量布置在偏僻的地方，避免其出地面部分的突兀感觉，甚至影响道路视线。

14.5.2 风亭风塔外观设计应结合结构设计，建筑形式以简洁大方为原则。

14.5.3 风亭风塔出地面部分，应通过尽量减小体量或降低高度等手段，取得“消隐”效果。

14.5.4 风亭风塔出地面部分应在建筑风格、色彩等方面与周边自然和人文景观相协调。

## 15. 生态保护与资源利用

### 15.1 生态保护

- 15.1.1 城市隧道设计应重视隧道工程对生态环境和水资源的影响,合理选择隧道设计施工方案和措施,注意节约用地、节约能源。
- 15.1.2 对隧道洞口噪声防治、弃渣工程和排水工程应按永久性工程设计。
- 15.1.3 隧道路线选线时应尽量避免对水库、风景区等环境敏感点造成不良影响。
- 15.1.4 隧道洞口位置选择应遵循早进晚出、保护环境的原则。
- 15.1.5 隧道施工过程中应注意对地下水的保护。
- 15.1.6 隧道洞口的雨水和隧道内的清洗废水应分开收集,做到雨污分流。
- 15.1.7 隧道洞口的空气污染物浓度应满足相关标准要求,必要时采取风亭风塔排放或设置空气净化器进行处理排放,降低洞口污染物的浓度。
- 15.1.8 隧道工程地面建构筑物密集时,应采取相应的保护措施,防止地表塌陷,降低噪声、振动,减少对居民正常生产生活的影晌。
- 15.1.9 根据隧道道路噪音情况,可采取隔音屏、降噪路面、消音墙(如侧墙上刻竖向凹槽、安装消音板等)等措施,减少噪音对周边环境的影响。
- 15.1.10 隧道弃渣场的位置应结合国土、环保、水务等部门意见,根据场地地形、地质、水文条件和周边环境等因素综合确定,弃渣场设计结合降水、地面径流、地形地质等情况,开展弃渣场的稳定性分析评价。

## 15.2 资源利用

15.2.1 城市隧道高风塔结构在有条件情况下可结合建筑结构一体化设计施工，节约用地和资源。

15.2.2 隧道结构建筑材料应因地制宜、就地取材。

15.2.3 鼓励采用绿色施工工艺和技术，采用耐久、建筑废弃物再生产品等可回收材料，具体可参照深圳市《道路工程建筑废弃物再生产品应用技术规程》（SJG 48-2018）

15.2.4 积极、慎重地利用新型节能环保材料。

## 引用标准名录

- 1、《公路隧道设计规范》JTG H11
- 2、《公路隧道设计细则》JTG/T D70
- 3、《城市道路工程设计规范》CJJ37
- 4、《城市地下道路工程设计规范》CJJ221
- 5、《地铁设计规范》GB 50157
- 6、《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 7、《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086
- 8、《建筑设计防火规范》GB 50016
- 9、《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 10、《电子信息系统机房设计规范》GB 50174
- 11、《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 12、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 13、《LED 城市道路照明应用技术要求》GB/T 31832
- 14、《公路隧道照明设计细则》JTG/T D70/2-01
- 15、《公路隧道通风设计细则》JTG/T D70/2-02
- 16、《建筑基坑支护技术规程》JGJ120
- 17、《深圳市基坑支护技术规范》SJG05
- 18、《深圳市道路设计指引》
- 19、《上海市工程建设规范-道路隧道设计规范》DG/TJ08-2033
- 20、《盾构隧道工程设计规范》（征求意见稿）
- 21、《北京市地下联系隧道规划设计导则》
- 22、《城市道路交通设施设计规范》GB 50688
- 23、《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》JTG D70/2
- 24、《火灾自动报警系统设计规范》GB50116

## 参考文献:

- [1] 李英涛,程国柱. 公路隧道出入口减光格栅段合理长度研究[J]. 公路工程, 2009, 34.